Botánica
http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal
doi: https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.65722
Caldasia 40(1):41-53. Enero-junio 2018

Anatomía de la madera de ocho especies de *Pentacalia* (Asteraceae) en Venezuela

Wood anatomy of eight species of *Pentacalia* (Asteraceae) in Venezuela

Williams J. León-H.[1*], Luis E. Gámez-A.[2]

[1]*Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela. wleon@ula.ve*

[2]*Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Dendrología. Mérida, Venezuela.* lgamez@ula.ve

[*] *Autor para correspondencia.*

RESUMEN

La familia Asteraceae es una de las más ricas en Venezuela. *Pentacalia* es el género con mayor cantidad de especies dentro de la misma y su principal área de distribución corresponde a los estados Mérida, Táchira y Trujillo. A pesar de su importancia, son pocos los estudios de anatomía xilemática para *Pentacalia*. El objetivo de este trabajo es la descripción anatómica de la madera de ocho especies de *Pentacalia*: *P. cachacoensis*, *P. greenmaniana*, *P. imbricatifolia*, *P. mason-halei*, *P. pachypus*, *P. quirorana*, *P. reflexa* y *P. venezuelensis* con el fin de encontrar caracteres útiles para su identificación. Las muestras fueron colectadas en los páramos de los estados Táchira y Mérida y en selva nublada de Mérida. La preparación del material se hizo utilizando los procedimientos de microtecnia xilemática y la descripción se realizó de acuerdo a lo estipulado por la asociación internacional de anatomistas de la madera. Las especies se pueden separar en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de estructura estratificada y dentro de cada grupo se pueden establecer diferencias con base en caracteres cualitativos y, en algunos casos, es necesario separar con base en caracteres cuantitativos. Sólo *P. pachypus* y *P. venezuelensis* no se pudieron separar utilizando características anatómicas de la madera.

Palabras clave. Engrosamientos espiralados, estructura estratificada, taxonomía, xilema secundario.

ABSTRACT

The family Asteraceae is one of the most diverse in Venezuela. *Pentacalia* is the genus with the highest number of species in the family and its principal distribution area is in Mérida, Táchira and Trujillo states. In spite of its importance, there are few studies about wood anatomy for *Pentacalia*. The aim of this research was describe the wood anatomy of eight species of *Pentacalia*: *P. cachacoensis*, *P. greenmaniana*, *P. imbricatifolia*, *P. mason-halei*, *P. pachypus*, *P. quirorana*, *P. reflexa* and *P. venezuelensis* to find useful features for identification. Samples were collected in andean paramos of Mérida and Táchira states and cloudy forest in Mérida state. Samples were prepared using standard procedures of xylem microtechnique and description was made according international association of wood anatomists. Species studied can be separated in two groups according the presence or absence of storied structure and in each group, we found differences in qualitative features and, in some cases, is necessary the separation using quantitative features. Only *P. pachypus* and *P. venezuelensis* can not be separated using wood anatomical features.

Key words. Spirals thickening, storied structure, taxonomy, secondary xylem.

INTRODUCCIÓN

La familia Asteraceae es una de las más importantes en la flora venezolana. Llamozas *et al*. (2003) y Badillo *et al*. (2008) la ubican como la tercera familia más diversa en el país. Actualmente está dividida en 43 tribus entre las cuales se encuentra la Senecioneae (Funk *et al.* 2009), representada en todo el mundo por alrededor de 120 géneros y más de 3200 especies (Nordenstam 2007). En Venezuela es especialmente abundante en regiones montañosas, a altitudes superiores a los 2000 m, con más de 70 especies pertenecientes a 14 géneros (Badillo 1997). El género *Pentacalia* Cass. pertenece a dicha tribu (Funk *et al.* 2009) y está constituido por unas 217 especies distribuidas principalmente en Sudamérica, especialmente al norte del continente (Sagástegui y Rodríguez 2009). Según Badillo *et al*. (2008) es el género de Asteraceae con mayor cantidad de especies en Venezuela, con un total de 49, de las cuales 20 son endémicas (Briceño y Morillo 2002, Badillo *et al*. 2008, Lapp *et al*. 2013a, b). El género incluye subfrútices, arbustos y trepadoras propias de selvas nubladas y de los páramos siendo su principal área de distribución la selva andina (Lapp *et al*. 2013a, b).

Desde el punto de vista de estudios de anatomía xilemática, los principales aportes para Asteraceae son los de Carlquist (1962, 1964, 1965a, b, 1966). En Venezuela los trabajos sobre la estructura del xilema en esta familia son pocos y destacan los presentados por Torres (1979), quien describió 19 especies pertenecientes a los géneros *Carramboa*, *Coespeletia*, *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Libanothamnus*, *Ruilopezia* y *Tamania*, y León (2007) con la descripción de once especies ubicadas taxonómicamente en los géneros *Carramboa*, *Libanothamnus*, *Montanoa* y *Ruilopezia*. Con respecto a *Pentacalia*, en Venezuela se han realizado importantes investigaciones sobre su anatomía foliar (Lapp *et al*. 2013a) y anatomía de raíces y tallos (Jáuregui *et al*. 2016). A pesar de la importancia del género *Pentacalia*, existe poca información en aspectos de anatomía del xilema secundario. Por ello los datos que se generen del presente trabajo pueden representar aportes taxonómicos para el género *Pentacalia*. La presente investigación tiene como objetivo describir la estructura anatómica de la madera de ocho especies de *Pentacalia* y encontrar caracteres útiles en la elaboración de una clave de identificación para la separación de especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio está representado por muestras de madera de ocho especies de *Pentacalia* colectadas en los estados venezolanos de Mérida y Táchira: siete especies fueron colectadas en zonas de páramo y una especie en selva nublada (Tabla 1). El criterio de selección fue por ser las especies del género más comunes dentro de los páramos de los estados mencionados además de incluir una especie de la zona de vida selva nublada andina por ser un ambiente contrastante con respecto al área de mayor abundancia de especies de este género, como corresponde a los páramos. Todas las especies estudiadas son de porte arbustivo. Se colectaron muestras de uno a tres individuos por especie, dependiendo de su abundancia en la zona de colección, tomándolas en la base del tallo de mayor grosor para cada individuo. Cada muestra de leño fue ingresada a la colección permanente de la Xiloteca MERw (Laboratorio de Anatomía de Maderas, Universidad de Los Andes) y su respectiva muestra botánica fue incorporada al Herbario MER "Carlos Liscano" de la Universidad de Los Andes.

Tabla 1. Lista de especies estudiadas, muestra de xiloteca, herbario (número de colección y colector), distribución en Venezuela (Badillo *et al*. 2008) y lugar de colección (localidad, coordenadas, altitud).

Especie	Muestra xiloteca	Muestra botánica	Distribución en Venezuela	Lugar de colección
Pentacalia cachacoensis (Cuatrec.) Cuatrec.	X7052	3291 L. Gámez	Mérida, Táchira, Trujillo	Páramo El Rosal (Táchira); coordenadas 8° 00´ Norte, 71°34´ Este; altitud: 3176 m
Pentacalia greenmaniana (Hieron.) Cuatrec.	X7037	1671 L. Gámez	Mérida, Táchira, Trujillo	Laguna La Fría (Mérida), coordenadas: 8°19´ Norte, 71°03´ Este; altitud: 3566 m y páramo San José (Mérida), coordenadas: 8°11´ Norte, 65°10´ Este; altitud: 3100 m.
	X7038	1989 L. Gámez		
Pentacalia imbricatifolia (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec.	X7040	1899 L. Gámez	Mérida, Táchira	Páramo Piedras Blancas (Mérida); coordenadas 8°32´ Norte, 70°30´ Este; altitud: 4086 m y 8°31´ Norte, 64°31´ Este; altitud: 4302 m.
	X7041	2017 L. Gámez		
Pentacalia mason-halei (Ruiz Teran & López-Fig.) Cuatrec.	X7042	1670 L. Gámez	Mérida	Laguna La Fría (Mérida); 8°19´ Norte, 71°03´ Este; altitud: 3566 m
Pentacalia pachypus (Greenm.) Cuatrec.	X7043	1990 L. Gámez	Mérida, Táchira	Páramo San José (Mérida), 8°11´ Norte, 71°10´ Este; altitud: 3108 m;
	X7044	2160 L. Gámez		Páramo Quirorá (Mérida), 8°11´ Norte, 71°15´ Este; altitud: 3118 m;
	X7045	2206 L. Gámez		Sendero Laguna La Fría (Mérida), 8°19´ Norte, 71°03´ Este; altitud: 3485 m
Pentacalia quirorana (Cuatrec.) Cuatrec.	X7046	2195 L. Gámez	Mérida	Páramo Quirorá (Mérida); 8°11´ Norte, 71°15´ Este; altitud: 3111 m
	X7047	2197 L. Gámez		
Pentacalia reflexa (Kunth) Cuatrec.	X7048	1900 L. Gámez	Mérida	Bosque San Eusebio (Mérida), 8°22´ Norte, 77°13´ Este; altitud: 2468 m
Pentacalia venezuelensis (Sanwith) Cuatrec.	X7049	1926 L. Gámez	Mérida	Páramo San José (Mérida), 8°11´ Norte; 71°10´ Este; altitud: 3108 m; Sendero Laguna La Fría (Mérida), 8°19´ Norte, 77°03´ Este; altitud: 3485 m
	X7050	1985 L. Gámez		

De cada muestra de madera se extrajeron piezas de aproximadamente 1,5 cm^3, fueron sometidas a un proceso de ablandamiento en agua hirviendo durante 2-3 horas para ser llevadas a un micrótomo de deslizamiento y obtener secciones transversales, radiales y tangenciales de 20-25 μm de espesor. Posteriormente se realizó el proceso de tinción sumergiendo las secciones en una solución de safranina durante 2-3 h para luego deshidratarlas en baños sucesivos de alcohol (50 %, 15 min; 70 %, 15 min; 75 %, 15 min; 95 %; 2 h), una mezcla alcohol-xilol (1:1; 30 min) y xilol (2 h). Finalmente se hizo el respectivo montaje y rotulado. La descripción de características organolépticas siguió los modelos de León (2002) y Arévalo y Londoño (2005). En la determinación del color se utilizó la tabla de Munsell (1990).

La descripción anatómica se realizó tomando en consideración todas las características y procedimientos indicados por el comité de la asociación internacional de anatomistas de la madera (IAWA Committee 1989). Para la determinación de la longitud de elementos de los vasos y longitud de fibras se preparó tejido macerado sumergiendo astillas de madera en una solución de ácido acético-peróxido de hidrógeno (1:1) y llevadas a estufa (50 °C, 12 h) para luego proceder a la individualización de elementos celulares aplicando fricción mecánica, tinción con safranina y el respectivo montaje. Para las características cuantitativas como frecuencia y diámetro de vasos, longitud de elementos de los vasos, diámetro de punteaduras, longitud de fibras, altura y frecuencia de radios; se hicieron mediciones directamente al microscopio óptico Leica Gallen II usando el lente objetivo de 10X para todas las mediciones excepto el diámetro de punteaduras el cual se realizó con el objetivo 40X. Se determinaron los descriptores estadísticos básicos (promedio, desviación, máximo, mínimo, coeficiente de variación), se realizó un análisis de varianza y la prueba de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 0,01$). Se elaboró una clave dicotómica de identificación basándose principalmente en caracteres cualitativos y sólo se utilizaron los cuantitativos en caso que no fuese posible la separación de especies mediante aspectos cualitativos y para ello se recurrió sólo a aquellos aspectos cuantitativos que presentaran diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La anatomía xilemática de las ocho especies de *Pentacalia* mostró una notable homogeneidad, sin embargo, se observaron algunas diferencias que pueden permitir la separación de algunas de especies. A continuación, se presenta la descripción tanto de características organolépticas como anatómicas para el grupo taxonómico bajo estudio.

Características organolépticas: madera de color marrón muy pálido (10YR 8/4) en *P. cachacoensis*, *P. greenmaniana*, *P. imbricatifolia*, *P. pachypus*; amarillo (10YR 8/6, 2.5Y 8/6) en *P. mason-halei*, *P. reflexa*, *P. venezuelensis* o amarillo pálido (2.5Y 8/4) en *P. quirorana*; sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor indistintos. Lustre bajo. Textura fina. Grano entrecruzado.

Características anatómicas: a) Anillos de crecimiento: no definidos en *P. cachacoensis* (Fig. 1a), *P. mason-halei* y *P. reflexa*; ligeramente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras en *P. greenmaniana* (Fig. 2a)*, P. pachypus, P. quirorana, P. venezuelensis* o engrosamiento de paredes de las fibras en *P. imbricatifolia* (Fig. 3a).

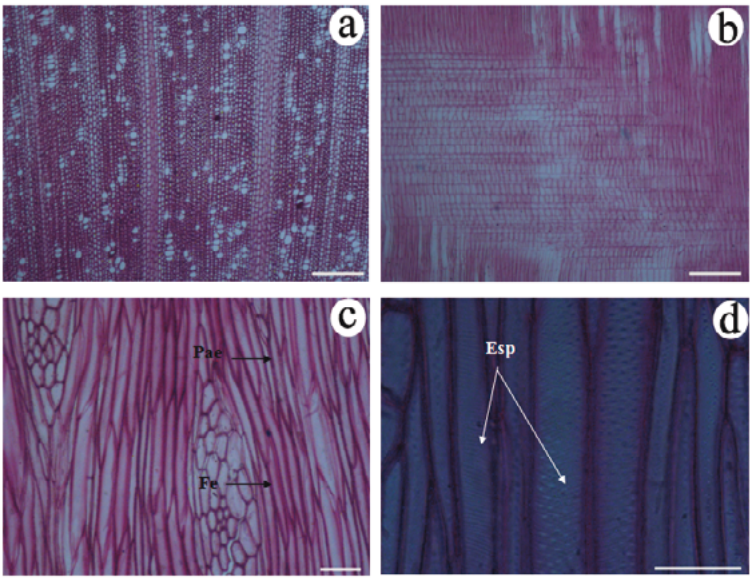

Figura 1. *Pentacalia cachacoensis*. **a.** Vasos predominantemente en múltiples radiales, con depósitos de goma. **b.** Radio de células cuadradas y erectas. **c**. Parénquima axial (Pae) y fibras estratificadas (Fe). **d**. Engrosamientos espiralados (Esp) en los vasos. Escala a y b = 300 μm, c = 100 μm, d = 50 μm.

b) Vasos: porosidad difusa, ocasionalmente con tendencia a semicircular en *P. imbricatifolia*. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios (pocos), múltiples radiales de 2–6 (–11) en *P. cachacoensis* (Fig. 1a), 2–12 (–23) en *P. greenmaniana*, 2–4 (–6) en *P. imbricatifolia*, *P. quirorana*, *P. reflexa*, 2–10 en *P. mason-halei* (Fig. 4a), 2–5 (–7) en *P. pachypus* (Fig. 5a), 2–4 (–20) en *P. venezuelensis*, algunos arracimados. Placas de perforación simples (Figs. 6c, 6d, 7c, 8d). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Engrosamientos espiralados a lo largo de todo el elemento vascular (Figs. 1d, 2d, 3c, 4d, 5d, 6d, 8d); ausentes en *P. reflexa*. Depósitos de goma presentes (Fig. 1a), pocos.

c) Fibras: septadas en *P. reflexa* (Fig. 7c), paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas.

d) Parénquima axial: paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado sólo en *P. reflexa* (Fig. 7b); ausente en *P. mason-halei*. Fusiforme (Fig. 2b) y en serie de dos células, poco; series hasta de 4 células en *P. reflexa* (Fig. 7d).

e) Radios: homocelulares de células cuadradas o erectas (Figs. 1b, 5c, 8c), algunas veces combinados con heterocelulares de células procumbentes y cuadradas o erectas mezcladas en el cuerpo del radio en *P. greenmaniana* (Fig. 2c), *P. imbricatifolia*, *P. pachypus*, *P. quirorana*, *P. reflexa*, células parenquimáticas radiales de paredes engrosadas en *P. imbricatifolia* (Figs. 3d, 3e). Radios agregados en *P. quirorana* (Fig. 6b).

f) Estructura estratificada: parénquima axial y fibras (*P. cachacoensis* (Fig. 1c), *P. pachypus* (Fig. 5b), *P. quirorana, P. venezuelensis* (Fig. 8b)), elementos vasculares (*P. mason-halei* (Fig. 4c), *P. pachypus* (Fig. 5b), *P. quirorana*, *P. venezuelensis* (Fig. 8b)).

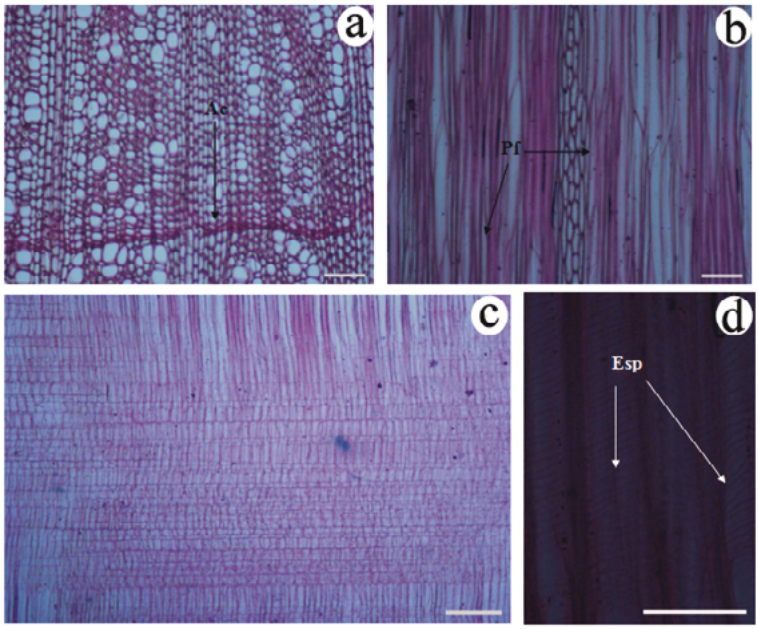

Figura 2. *Pentacalia greenmaniana*. **a.** Anillos de crecimiento (Ac) definidos por reducción de diámetro radial de las fibras, vasos predominantemente en múltiples radiales. **b.** Parénquima predominantemente fusiforme (Pf). **c**. Radio heterocelular con mezcla de células cuadradas y erectas en el cuerpo del radio. **d**. Engrosamientos espiralados (Esp) en elementos de los vasos. Escala a y b = 100 μm, c = 300 μm, d = 50 μm.

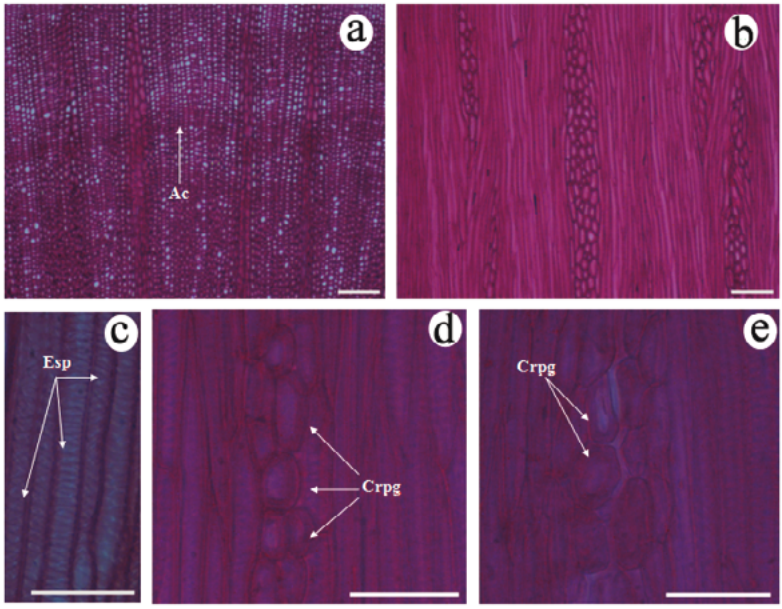

Figura 3. *Pentacalia imbricatifolia*. **a**. Anillos de crecimiento (Ac) definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. **b**. Radios de 2-6 células de ancho. **c**. Engrosamientos espiralados en (Esp) elementos de los vasos. **d**, **e**. Células radiales de paredes engrosadas (Crpg). Escala a y b = 100 μm, c, d y e = 50 μm.

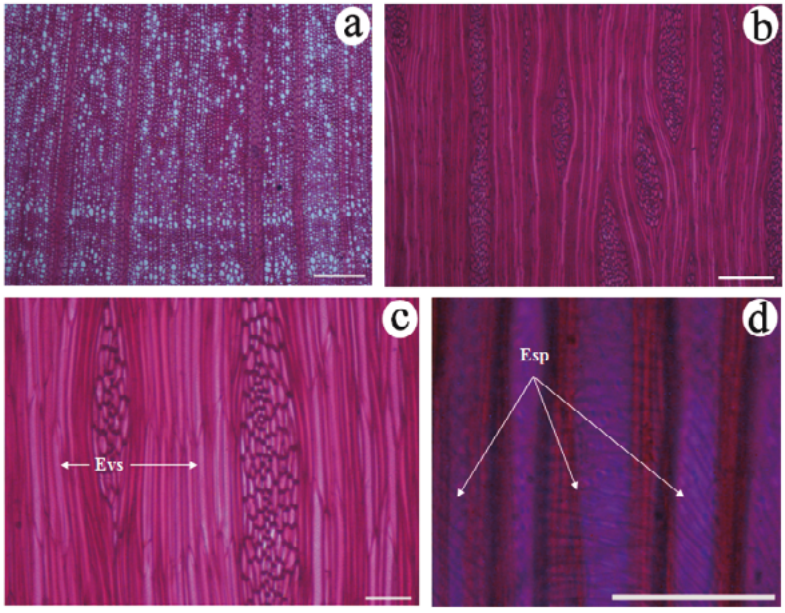

Figura 4. *Pentacalia mason-halei*. **a**. Vasos predominantemente en múltiples radiales y arracimados. **b**. Radios hasta de 9 células de ancho. **c**. Estructura estratificada en elementos de los vasos (Evs). **d**. Engrosamientos espiralados (Esp) en elementos de los vasos. Escala a y b = 300 μm, c = 100 μm, d = 50 μm.

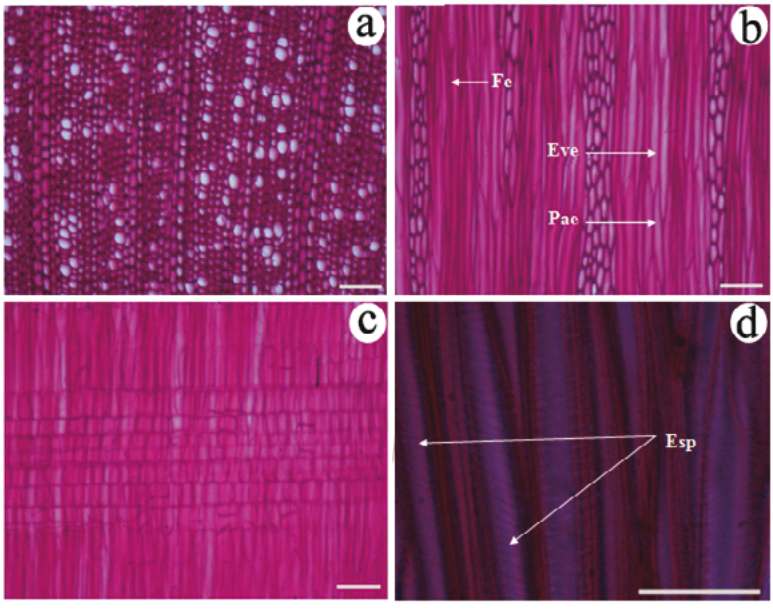

Figura 5. *Pentacalia pachypus*. **a**. Vasos solitarios y múltiples radiales. **b**. Estructura estratificada en elementos de los vasos (Eve), fibras (Fe) y parénquima axial (Pae). **c**. Radio homocelular de células cuadradas o erectas. **d**. Engrosamientos espiralados (Esp) en elementos de los vasos. Escala a, b y c = 100 μm, d = 50 μm.

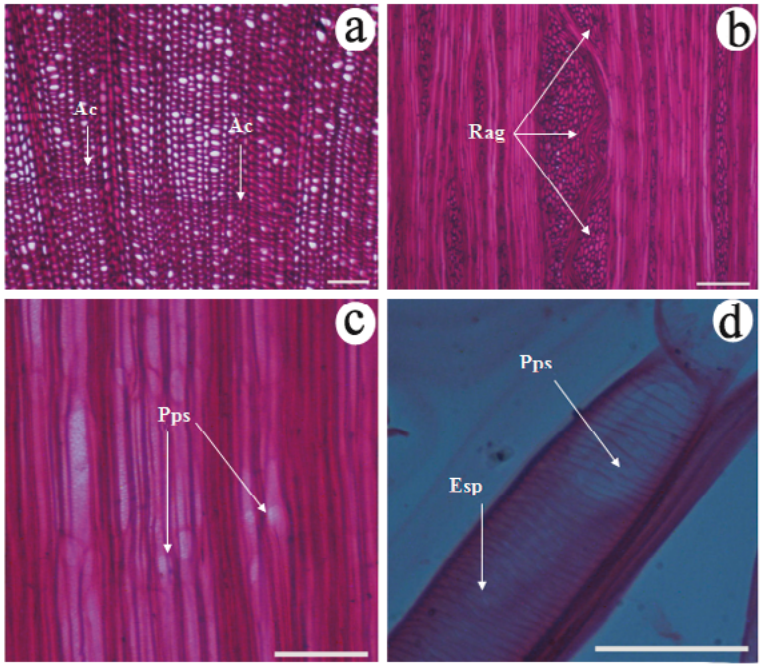

Figura 6. *Pentacalia quirorana*. **a**. Anillos de crecimiento (Ac) ligeramente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. **b**. Radios agregados (Rag). **c**. Placas de perforación simples (Pps). **d**. Engrosamientos espiralados en elementos de los vasos (Esp), placas de perforación simples (Pps). Escala a = 100 μm, b y c = 300 μm, d = 50 μm.

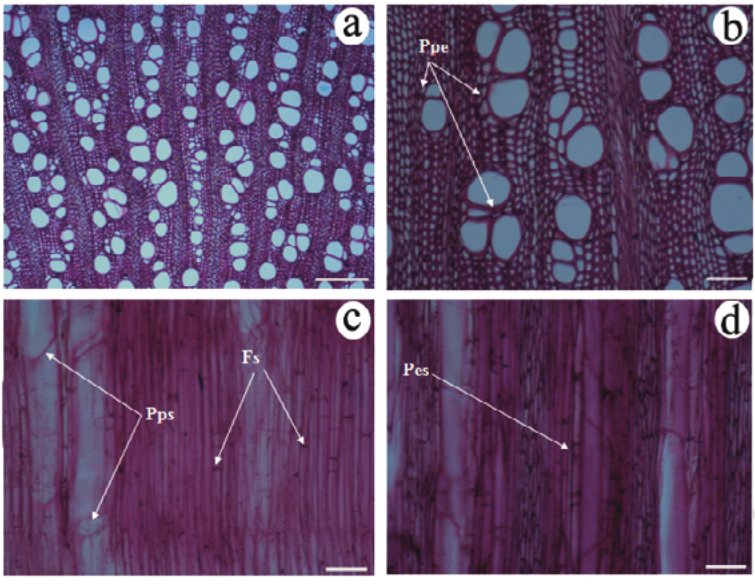

Figura 7. *Pentacalia reflexa*. **a**. Porosidad difusa; vasos predominantemente en múltiples radiales. **b**. Parénquima paratraqueal escaso (Ppe); vasos medianos. **c**. Placas de perforación simples (Pps); fibras septadas (Fs). **d**. Parénquima en serie (Pes) de cuatro células. Escalas = 100 μm.

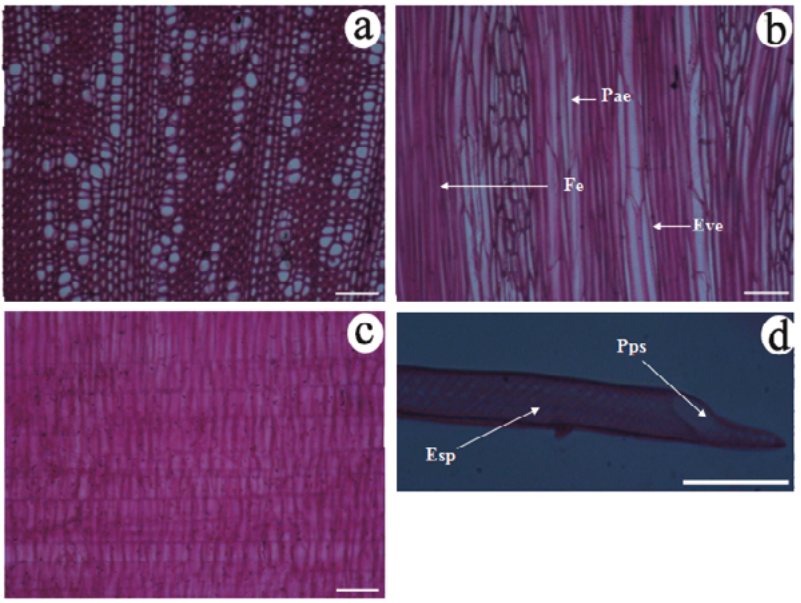

Figura 8. *Pentacalia venezuelensis*. **a**. Vasos predominantemente múltiples radiales. **b**. Estructura estratificada en elementos de los vasos (Eve), parénquima axial (Pae) y fibras (Fe). **c**. Radio homocelular de células cuadradas o erectas. **d**. Engrosamientos espiralados (Esp) en elementos de los vasos; placa de perforación simple (Pps). Escala a, b y c = 100 μm, d = 50 μm.

En las tablas 2 y 3 se presentan los valores obtenidos en los caracteres cuantitativos.

Clave para la determinación de las ocho especies de *Pentacalia* de Venezuela

1 a. Estructura estratificada presente ... 2

b. Estructura estratificada ausente 5

2 a. Parénquima axial ausente .... *P. mason-halei*

b. Parénquima fusiforme y en series de dos células 3

3 a. Radios agregados presentes .... *P. quirorana*

b. Radios agregados ausentes 4

4 a. Vasos con diámetro promedio mayor a 35 μm y punteaduras con diámetro mayor a 5 μm .... *P. cachacoensis*

b. Vasos con diámetro promedio menor a 35 μm y punteaduras con diámetro menor a 5 μm ....*P. pachypus*; *P. venezuelensis*

5 a. Engrosamientos espiralados presentes; parênquima fusiforme y series de 2 células; fibras no septadas..... 6

b. Engrosamientos espiralados ausentes; parênquima fusiforme y series hasta de 4 células; fibras septadas ....*P.reflexa*

6 a. Más de 300 vasos/mm^2, con diámetro promedio mayor a 20 μm. .....*P. greenmaniana*

b. Menos de 100 vasos/mm^2, vasos con diámetro promedio menor de 20 μm .....*P. imbricatifolia*

Los caracteres observados en las ocho especies estudiadas y su respectiva variación coinciden con lo reportado por Carlquist (1962) para la tribu Senecioneae y la familia Asteraceae (Carlquist 1966). Jáuregui *et al*. (2016) mencionan que el género *Pentacalia* se caracteriza por la existencia de homogeneidad anatómica entre especies, ocasionando dificultades para su separación. Sin embargo, las ocho especies incluidas en el presente estudio se pueden separar en dos grupos: el primero con estructura estratificada, representado por cinco especies (62,5 % del total estudiado); dicha estratificación sólo se presenta a nivel de elementos axiales. En este grupo fue común la presencia de parénquima en baja cantidad y en muchos casos no se pudo determinar el tipo de parénquima en sección transversal, sin embargo, se observó en sección tangencial, donde predominó el parénquima fusiforme combinado con series de dos células. La única especie donde no se observó parénquima fue *P. mason-halei*. Otro rasgo importante en este primer grupo es la presencia de engrosamientos espiralados, generalmente en los elementos de los vasos. A nivel de características cualitativas, *P. cachacoensis*, *P. pachypus* y *P. venezuelensis* mostraron notables similitudes y es necesario recurrir a caracteres cuantitativos para su diferenciación: el mayor diámetro y la menor frecuencia de vasos resultaron importantes para separar *P. cachacoensis* de *P. pachypus* y *P. venezuelensis.* Estas dos últimas no fue posible separarlas con base a las características anatómicas xilemáticas. Por su parte, el grupo donde no se presenta estructura estratificada está conformado por tres especies (37,5 % del material estudiado), donde la diferenciación entre ellas se basa en caracteres como la presencia de fibras septadas, parénquima en series hasta de cuatro células y la ausencia de engrosamientos espiralados en *P. reflexa*. Con respecto a *P. greenmaniana* y *P. imbricatifolia*, la separación entre ellas se basa en caracteres cuantitativos, específicamente en cuanto a frecuencia y diámetro de vasos. Otra característica que podría utilizarse como medio de separación entre ambas especies es la presencia de células parenquimáticas radiales de paredes engrosadas en *P. imbricatifolia*, aun cuando es un carácter que no es contemplado por IAWA Committee (1989) pero que se observó en los dos individuos estudiados de esa especie y se requiere aumentar el número de individuos muestreados para conocer si el desarrollo de células radiales de paredes gruesas se mantiene de manera constante. Es importante señalar que en ninguna de las especies se observó la presencia de traqueidas vasculares o vasicéntricas, lo cual no concuerda con lo indicado por Carlquist (1962, 1966) quien indica que las traqueidas son relativamente frecuentes en especies de alta montaña que pertenecen a la familia Asteraceae. La mayor diferencia entre especies la mostró *P. reflexa* al ser la única que no desarrolla engrosamientos espiralados, una frecuencia de vasos inferior a 100 vasos/mm^2 y diámetro de vasos superior a 100 μm. Estas diferencias pueden ser producto del ambiente donde se desarrolla la especie (selva nublada) el cual contrasta con el tipo ecológico donde se colectaron el resto de las especies (páramo).

Tabla 2. Características cuantitativas de vasos en las especies de *Pentacalia*: vasos/mm^2, diámetro de vasos, diámetro de punteaduras y longitud de elementos de los vasos (LEV) (mínimo, promedio, desviación, máximo, número de mediciones, coeficiente de variación).

Especie	Vasos/mm²	Diámetro vasos (µm)	Diám. Punteaduras (µm)	LEV (µm)
Pentacalia cachacoensis	(96) 142,09^{a,b,c*} ± 41,71 (182) n = 5; CV = 29,35 %	(35) 44,8^{e} ± 6,99 (65) n = 25; CV = 15,6 %	(3,75) 5,125^{b} ± 0,709 (6,25) n = 10; CV = 13,83 %	(125) 213,4^{b} ± 31,35 (260) n = 25; CV = 14,69 %
P. greenmaniana	(201) 309,96^{c,d} ± 90,58 (445) n = 10; CV = 29,22 %	(25) 30,4^{d} ± 3,76 (35) n = 50; CV = 12,37 %	(5) 5,288^{b} ± 0,548 (6,25) n = 13; CV = 10,36 %	(150) 319,2^{d} ± 79,82 (470) n = 50; CV = 25,01 %
P. imbricatifolia	(74) 110,18^{a,b} ± 33,62 (157) n = 10; CV = 30,51 %	(10) 16,8^{a} ± 2,81 (25) n = 50; CV = 16,73 %	---	(110) 159,3^{a} ± 26,48 (245) n = 50; CV = 16,62 %
P. mason-halei	(218) 318,45^{d} ± 66,34 (404) n = 5; CV = 20,83 %	(20) 27,2^{c,d} ± 4,1 (35) n = 25; CV = 15,07 %	(2,5) 3,75^{a} ± 0,668 (5) n = 8; CV = 17,81 %	(235) 312^{d} ± 42,91 (385) n = 25; CV = 13,75 %
P. pachypus	(168) 312,09^{c,d} ± 110,25 (582) n = 10; CV = 35,33 %	(15) 22,2^{b} ± 4,1 (30) n = 100; CV = 18,47 %	(2,5) 3,819^{a} ± 0,417 (5) n = 36; CV = 10,92 %	(165) 244,1^{b,c} ± 44,98 (360) n = 85; CV = 18,42 %
P. quirorana	(184) 270,35^{b,c,d} ± 62,69 (380) n = 20; CV = 23,19 %	(15) 23,4^{b,c} ± 4,45 (35) n = 50; CV = 19,02 %	(2,5) 3,562^{a} ± 0,734 (5) n = 20; CV = 20,61 %	(185) 278,1^{c,d} ± 44,31 (360) n = 50; CV = 15,93 %
P. reflexa	(41) 58,47^{a} ± 13,68 (75) n = 5; CV = 23,4 %	(80) 104,4^{f} ± 12,85 (140) n = 25; CV = 12,31 %	(5) 5,75^{b} ± 0,645 (-6,25) n = 10; CV = 11,22 %	(310) 417,2^{e} ± 69,16 (580) n = 25; CV = 16,58 %
P. venezuelensis	(97) 256,21^{b,c,d} ± 137,44 (534) n = 10; CV = 53,64 %	(15) 24,4^{b,c} ± 3,99 (30) n = 50; CV = 16,35 %	(3,75) 3,958^{a} ± 0,479 (5) n = 18; CV = 12,1 %	(190) 302,8^{d} ± 66,62 (460) n = 50; CV = 22 %

* Letras diferentes representan grupos con diferencias estadísticas significativas (Tukey, α =0,01)

Tabla 3. Características cuantitativas de fibras (longitud de fibras) y radios (radios/mm, altura de radios, ancho de radios) para especies de *Pentacalia*: mínimo, promedio, desviación, máximo, número de mediciones, coeficiente de variación.

Especie	Longitud de fibras (µm)	Radios/mm	Altura de radios (µm)	Ancho de radios (# de células)
Pentacalia cachacoensis	(425) 586,8^{d,e*} ± 90,44 (870) n = 25; CV = 15,41 %	(1) 2,25^{a} ± 0,635 (3) n = 10; CV = 8,22 %	(650) 1022,22^{a} ± 284,43 (1470) n = 18; CV = 27,82 %	(3-) 5-10

(*Continúa*)

Especie	Longitud de fibras (µm)	Radios/mm	Altura de radios (µm)	Ancho de radios (# de células)
P. greenmaniana	(440) 650,2[e] ± 115,81 (960) n = 50; CV = 17,81 %	(1,5) 2,35[a,b] ± 0,54 (3) n = 20; CV = 22,98 %	(1180) 2487,88[b] ± 1491,98 (8100) n = 26; CV = 59,97 %	4-13
P. imbricatifolia	(275) 358,8[a] ± 38,93 (435) n = 50; CV = 10,85 %	(3) 4,4[c] ± 1,142 (6) n = 20; CV = 25,95 %	(370) 1295[a] ± 781,02 (3790) n = 38; CV = 60,31 %	(2-) 3-6
P. mason-halei	(425) 502,2[b,c] ± 54,77 (615) n = 25; CV = 10,91 %	(2) 2,5[a,b] ± 0,707 (4) n = 10; CV = 28,28 %	(630) 1017,6[a] ± 233,78 (1660) n = 25; CV = 22,97 %	2-9
P. pachypus	(310) 456,8[b] ± 73,03 (700) n = 100; CV = 15,99 %	(2) 3,311[a,b,c] ± 0,908 (5) n = 37; CV = 27,42 %	(500) 1248,1[a] ± 484,22 (2670) n = 71; CV = 38,8 %	(3-) 4-10 (-11)
P. quirorana	(420) 557,8[c,d] ± 57,46 (675) n = 50; CV = 10,3 %	(2) 3,275[a,b] ± 0,678 (5) n = 20; CV = 20,7 %	(760) 1291,35[a] ± 534,96 (3335) n = 26; CV = 41,43 %	4-12
P. reflexa	(720) 864[g] ± 92,31 (1080) n = 25; CV = 10,68%	(2) 3,35[b,c] ± 1,156 (5) n =10; CV = 34,51 %	---	5-12
P. venezuelensis	(530) 754,9[f] ± 81,94 (950) n = 50; CV = 10,85 %	(2) 3,278[a,b] ± 0,574 (4) N = 20; CV = 17,51 %	(600) 1209,54[a] ± 493,61 (2330) n = 11; CV = 40,81 %	3-6 (-8)

*Letras diferentes representan grupos con diferencias estadísticas significativas (Tukey, α =0,01)

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

WJLH diseño, toma de datos, análisis y escritura del documento; LEGA diseño, toma de datos, análisis y escritura del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

LITERATURA CITADA

Arévalo R, Londoño A. 2005. Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el Departamento del Tolima. Ibagué, Colombia: Universidad de Tolima.

Badillo V. 1997. Los géneros de las Compositae (Asteraceae) de Venezuela: Clave artificial para su determinación. Ernstia 6 (2-3):51–168.

Badillo V, Díaz-P. S, Benítez C. 2008. Asteraceae. En: Hokche O, Berry P, Huber O, editores. Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Caracas: Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. p. 230–265.

Briceño B, Morillo G. 2002. Catálogo abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliópsida). Acta Bot. Venez. 25(1):1–46.

Carlquist S. 1962. Wood anatomy of Senecioneae (Compositae). Aliso 5(2):123–146.

Carlquist S. 1964. Wood anatomy of Vernoieae (Compositae). Aliso 5(4):451–467.

Carlquist S. 1965a. Wood anatomy of Eupatorieae (Compositae). Aliso 6(1):89–103.

Carlquist S. 1965b. Wood anatomy of Cynareae (Compositae). Aliso 6(1):13–24.

Carlquist S. 1966. Wood anatomy of Compositae: A summary with comments of factors controlling wood evolution. Aliso 6(2):25–44.

Funk V, Susanna A, Stuessy T, Robinson H. 2009. Classification of Compositae. En: Funk V, Susanna A, Stuessy T, Bayer R, editores. Systematics, Evolution and Biography of Compositae. Vienna: International Association for Plant Taxonomy. p. 171–189.

IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull. n. s. 10(3):219–332.

Jáuregui D, Lapp M, Torrecilla P, Ruíz-Z T. 2016. Anatomía de raíces y tallos de *Pentacalia* Cass. (Asteraceae) presentes en Venezuela. Pittieria 40:6–27.

Lapp M, Ruíz-Z T, Torrecilla P. 2013a. Nueva especie de *Pentacalia* Cass. (Senecioneae-Asteraceae). Ernstia 23(1):15–24.

Lapp M, Jáuregui D, Torrecilla P, Ruíz-Z T. 2013b. Anatomía de la lámina foliar de diez especies de *Pentacalia* Cass. (Senecioneae-Asteraceae), presentes en Venezuela. Ernstia 23(1):25–46.

León-H W. 2002. Anatomía e Identificación Macroscópica de Maderas. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones y Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico.

León-H W. 2007. Análisis preliminar sobre anatomía del leño de 11 especies de la tribu Heliantheae (Asteraceae) de los Andes venezolanos. Ernstia 17(2):63–83.

Llamozas S, Duno R, Meier W, Riina R, Stauffer F, Aymard G, Huber O, Ortiz R. 2003. Libro rojo de la flora venezolana. Caracas, Venezuela: PROVITA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser.

Munsell. 1990. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland: Macbeth Division of Kollmorgen Corporation.

Nordenstam B. 2007. The tribe Senecioneae Cass. En: Kadereit J, Jeffrey C, editores. The families and genera of vascular plants. Berlin: Springer Verlag. p. 208–241.

Sagástegui A, Rodríguez E. 2009. Una nueva especie de *Pentacalia* (Senecioneae: Asteraceae) del norte de Perú. Rev. Per. Biol. 16(2):157–160.

Torres F. 1979. Anatomía del xilema de Espeleiinae Cuatrecasas. En: Salgado-L L. editores. El medio ambiente páramo. Caracas, Venezuela: Centro de Estudios Avanzados. p. 101–115.

Recibido: 23/06/2016
Aceptado: 18/12/2017